



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO
AMBIENTAL**

**MODELAGEM CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO
PARA GERENCIAMENTO DO MAPA RODOVIÁRIO TURÍSTICO DO
DISTRITO FEDERAL**

Caroline Ribeiro Chahini

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maristela Terto de Holanda

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

**BRASÍLIA, DF
2013**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO
AMBIENTAL**

**MODELAGEM CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO
PARA GERENCIAMENTO DO MAPA RODOVIÁRIO TURÍSTICO DO
DISTRITO FEDERAL**

Caroline Ribeiro Chahini

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maristela Terto de Holanda

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

**BRASÍLIA, DF
2013**

DEDICATÓRIA

A minha família e futuros familiares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Guia Superior.

A minha família que sempre me poupou de afazeres diversos para eu poder dedicar-me aos estudos, sendo meu alicerce para seguir a vida pelos melhores caminhos.

Ao Felipe Spinola por acreditar no meu trabalho, apoiando-me incondicionalmente.

A minha amiga Eveline Sayão por ter me aguentado, principalmente, no período de elaboração desse trabalho.

A minha amiga Jussara Costa por nossas horas de estudos e risadas.

Ao Departamento de Estradas de Rodagem por tornar viável minha participação neste curso.

Aos meus colegas de trabalho e ao meu chefe Rui Vieira por me incentivarem a prosseguir nos meus estudos.

Aos professores do curso de Geoprocessamento Ambiental, em especial ao prof. Paulo Meneses, por suas excelentes aulas e conselhos profissionais.

Ao Primeiro Secretário Geral, Sergio Brito (Serjão), por toda prontidão em ajudar.

À Prof^a. Dr^a. Maristela Terto de Holanda pela sua orientação.

A todos meus novos amigos do curso, principalmente, Gustavo Farhat, André Gonçalves, Bruno Borges, Ana Paula Ribeiro, Lúcio, Letícia, André pelos momentos de estudos e descontração durante esses meses.

E por fim agradeço a todos que contribuíram e participaram de mais um grande passo em minha carreira e na realização de mais um sonho.

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma pesquisa para a modelagem conceitual do Banco de Dados Geográficos do Mapa Rodoviário Turístico do Distrito Federal, gerenciado pela equipe de geoprocessamento do Departamento de Estradas de Rodagem. O modelo conceitual visa a adequação dos dados geoespaciais vetoriais do órgão, conforme especificações técnicas definidas na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil. Um dos objetivos deste projeto, além da modelagem conceitual, foi a elaboração das tabelas de relação de classes de objetos. O modelagem conceitual foi desenvolvida a partir da técnica de modelagem OMT-G utilizando a ferramenta StarUML. Este trabalho desenvolveu a base conceitual para a implementação futura do banco de dados geográficos do departamento.

Palavras-chave: geoprocessamento, modelagem conceitual, OMT-G, banco de dados geográficos.

ABSTRACT

This assignment presents a research for conceptual modeling Geographical Database Road Tourist Map of the Federal District, managed by the geoprocessing staff of the *Departamento de Estradas de Rodagem*. The conceptual model aims to bring the vector geospatial data organ as technical specifications defined in the National Spatial Data Infrastructure of Brazil. One of the main goals of this project, beyond conceptual modeling, was the (development/preparation) of the relationship of object classes tables. The conceptual model was developed from the modeling technique OMT-G using StarUML tool. This paper work developed the conceptual basis for the future implementation of the spatial database of the department.

Keywords: geoprocessing, conceptual modeling, OMT-G, geographic database.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Projeto do Mapa Rodoviário Turístico do DF de 2014/2015	14
Figura 2: Inter-relações entre os diversos níveis de IDE	15
Figura 3: Classe de Geo-objetos	22
Figura 4: Representação de Relacionamentos	23
Figura 5: Cardinalidade	23
Figura 6: Agregação	24
Figura 7: Relacionamentos espaciais entre polígonos	25
Figura 8: Relacionamentos espaciais	25
Figura 9: Metodologia utilizada na modelagem dos dados	26
Figura 10: Estrutura de armazenamento por ano dos dados no DER/DF	27
Figura 11: Estrutura de armazenamento dos dados no DER/DF	28
Figura 12: Fluxograma da modelagem conceitual conforme ET-EDGV	29
Figura 13: Tabela de cores das categorias	31
Figura 14: exemplo de relacionamento	32
Figura 15: Verificação do modelo	33
Figura 16: Modelo conceitual elaborado	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo Geral	10
1.3	Justificativa.....	10
1.4	Estrutura do Trabalho	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Mapa Rodoviário Turístico	11
2.2	Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE).....	14
2.3	Projeto de Banco de Dados Geográfico	19
3	METODOLOGIA	26
3.1	Levantamento das Necessidades	27
3.2	Obtenção dos Dados	28
3.3	Modelo Conceitual OMT-G	29
3.4	Ferramenta: StarUML	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1	Modelo Conceitual do BDG do Mapa Rodoviário Turístico	34
4.2	Relação de Classes de Objetos - RCO.....	36
5	CONCLUSÕES	43
6	REFERÊNCIAS.....	44
	ANEXOS A – Categoria Sistema de Transporte, subsistema Rodoviário.....	46
	ANEXOS B – Categoria Hidrografia	47
	ANEXOS C – Categoria Limites	48
	ANEXOS D – Categoria Educação e Cultura	49

1 INTRODUÇÃO

A Gerência de Geoprocessamento (GEGEO) do Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER-DF) é uma unidade executiva e está diretamente subordinada a Coordenação de Planejamento (COPLAN) do órgão.

A GEGEO tem um papel fundamental de apoiar todas as superintendências na execução de atividades de geoprocessamento voltadas para o apoio ao sistema de planejamento da Autarquia.

O DER-DF tem acompanhado os avanços da tecnologia, tanto em questões de aquisição de programas para uso dos dados geográficos, como no treinamento especializado dos seus servidores.

A grande necessidade de troca de informações e crescente uso de softwares de geoprocessamento abre espaço para discussões que vão além dos métodos de levantamento ou como essa informação será disponibilizada, chegando a um patamar em que também é fundamental que esses dados estejam padronizados e armazenados adequadamente.

Desta forma, fica clara a importância desse projeto, visto que frequentemente novos dados, tanto topográficos quanto cartográficos, são levantados para as obras do departamento. Além disso, o órgão possui um histórico temporal de mais de 20 anos de mapas e sistema rodoviários do DF arquivados em papel que necessitam ser digitalizados e armazenados corretamente.

Visando atender as demandas do órgão, este trabalho apresenta o projeto de modelagem conceitual do banco de dados geográfico voltado inicialmente à edição comemorativa do órgão do “Mapa Rodoviário Turístico do Distrito Federal”, servindo como modelo futuro, para ser aplicado aos dados geográficos utilizados pela gerência de geoprocessamento.

Sendo assim, esta monografia tem o objetivo de propor um modelo conceitual para a estrutura dos dados rodoviários e turísticos do DF, de forma a permitir a organização e facilitar a manipulação dos dados, bem como a disponibilização destas à sociedade. Esse modelo formará uma base conceitual para que o banco de dados geográficos seja implementado e posteriormente publicado na internet.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é modelar conceitualmente o banco de dados geográficos para a elaboração do “Mapa Rodoviário Turístico do Distrito Federal”, utilizando software livre, que facilite a catalogação, armazenamento, pesquisa, análise e divulgação dos dados produzidos pelo geoprocessamento.

1.2 Justificativa

Compete à Gerência de Geoprocessamento do DER-DF estruturar, organizar, executar, promover e controlar as atividades de geoprocessamento de interesse para o planejamento rodoviário do governo do Distrito Federal, bem como, propor novas atividades de interesse de desenvolvimento da área.

Hoje os dados estão armazenados em pastas de arquivos de diretórios locais, em formatos diversos e frequentemente estes dados são replicados. Além disso, não possui nenhuma sistematização de armazenamento e padrões de nomenclatura.

Assim, devido à necessidade e demanda pela elaboração do novo mapa rodoviário turístico do Distrito Federal, que utilizará um elevado volume de dados, de diversos órgãos, fez-se necessário propor a organização e padronização desses dados geográficos na gerência.

1.3 Estrutura do Trabalho

Esta monografia está dividida nos seguintes capítulos:

- No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica acerca do Mapa Rodoviário Turístico, da Infraestrutura de Dados Espaciais, do sistema de gerenciamento de banco de dados geográficos e do projeto de bancos de dados geográficos.
- No capítulo 3 é discutida a fase de modelagem dos dados, de forma a demonstrar o projeto conceitual do Banco de Dados a ser desenvolvido.
- No capítulo 4 é apresentada a modelagem do Banco de Dados Geográficos, incluindo a criação da organização dos dados e das tabelas de classes de objetos (RCO) do modelo.
- Por fim, no capítulo 5, são apresentadas as conclusões obtidas após o desenvolvimento do modelo conceitual e das tabelas de RCO, bem como sugestões de trabalhos futuros correlacionados ao tema aqui proposto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mapa Rodoviário Turístico

O Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal – DER-DF, autarquia vinculada à Secretaria de Estado de Transportes – ST, disponibiliza o Mapa Rodoviário do Distrito Federal, com a situação da malha rodoviária revisada diariamente, sendo disponível na internet a versão anual e a cada dois anos a versão impressa.

A Coordenação de Planejamento (COPLAN) do DER-DF é a unidade responsável pela atualização do Mapa Rodoviário do Distrito Federal, cujo trabalho é desenvolvido com a participação das Superintendências de Engenharia, de Trânsito e de Obras, respectivamente SUTEC, SUTRAN e SUOBRA, esta por intermédio dos seus Distritos Rodoviários.

Para o ano de 2014/ 2015 será elaborado um projeto pioneiro no departamento, a elaboração do Mapa Rodoviário Turístico do Distrito Federal. Para tanto, além da atualização da base das rodovias distritais, foi necessário incluir informações de outros órgãos, como a base de endereços, cedida pela SEDHAB, a base de ciclovias que parte é de responsabilidade da NOVACAP e outra do DER, informações dos terminais de metrô e pontos de ônibus entre outras informações que serão detalhadas na metodologia.

Para a elaboração desta versão comemorativa do Mapa fez-se necessário submetê-lo ao conselho rodoviário do Distrito Federal para ser aprovado. Depois de aprovado pelo conselho, acordou-se que a elaboração do mapa seria acompanhada mensalmente nas reuniões de Diretoria do Departamento, que devem aprovar os elementos inseridos e poderão sugerir modificações e inclusões.

Desde o ano de 2009 o próprio DER-DF dispõe de ferramentas para a atualização do Mapa Rodoviário que é elaborado por servidores do órgão. O Mapa Rodoviário está em conformidade com o Sistema Rodoviário do Distrito Federal que é o documento oficial de descrição da malha rodoviária. O Sistema Rodoviário abrange a rede rodoviária distrital, vicinal e de rodovias distritais coincidentes com rodovias federais.

Na figura X é apresentada uma versão do projeto do Mapa Rodoviário Turístico do DF. A partir dos dados estruturados é possível realizar o projeto de forma mais eficiente, pois todas as informações estarão estruturadas em suas tabelas, podendo assim automatizar processos como inserir as legendas tanto de indicações de elementos no mapa quanto as legendas padrões em quadros.

Outro ponto relevante no mapa são as áreas protegidas. Dessas apenas as que têm áreas estruturadas, como o Jardim Botânico, o Jardim Zoológico e o Parque Nacional de Brasília (Água Mineral) serão inseridos no mapa. Todos os parques urbanos da região central

foram inseridos. As quatorze fotografias que serão inseridas no mapa serão tiradas pelo fotografo do departamento e também entraram no banco de dados.

Os pontos turísticos foram separados em dois grupos: pontos turísticos e monumentos públicos. O primeiro grupo são os principais pontos turísticos de Brasília e o segundo são os prédios públicos que tem destaque por sua importância política, arquitetônica e histórica. Abaixo segue a tabela 1 com os pontos selecionados:

Tabela 1: Pontos Turísticos

Pontos	Pontos Turísticos	Pontos	Pontos Turísticos
1	Albergue da Juventude	32	Pontão do Lago Sul
2	Autódromo Nelson Piquet	33	Ponte Juscelino Kubitschek (3ª Ponte)
3	Biblioteca Nacional Leonel de Moura Brizola	34	Praça do Cruzeiro - Memorial da 1ª Missa
4	Caixa Cultural	35	Teatro Funarte Plínio Marcos
5	Catedral Metropolitana Nossa Senhora Aparecida	36	Teatro Nacional de Brasília
6	Catedral Rainha da Paz	37	Torre de TV
7	Centro Cultural Banco do Brasil (CCBB)	38	Torre de TV Digital
8	Centro de Convenções Ulisses Guimarães	39	UnB
9	Cine Brasília	Pontos	Monumentos Públicos
10	Clube do Choro	A	Câmara dos Deputados
11	Concha Acústica	B	Catetinho
12	Conjunto Aquático Cláudio Coutinho	C	Congresso Nacional
13	Cine Drive-In	D	Palácio da Alvorada
14	Ermida Dom Bosco	E	Palácio da Justiça
15	Espaço Lúcio Costa	F	Palácio do Buriti
16	Espaço Oscar Niemeyer	G	Palácio do Jaburu
17	Esplanada dos Ministérios	H	Palácio do Planalto
18	Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha	I	Palácio Itamaraty
19	Expobrasília	J	Panteão da Pátria Tancredo Neves
20	Ginásio Nilson Nelson	K	Praça do Buriti
21	Igrejinha Nossa Senhora de Fátima	L	Praça dos Três Poderes
22	Legião da Boa Vontade - LBV	M	Procuradoria Geral da República
23	Memorial dos Povos Indígenas	N	Quartel General do Exército
24	Memorial JK	O	Senado
25	Museu da Cidade	P	Superior Tribunal da Justiça
26	Museu da Imprensa	Q	Superior Tribunal Militar
27	Museu de Arte de Brasília	R	Supremo Tribunal Federal
28	Museu de Valores do Banco Central	S	Tribunal de Contas da União
29	Museu Nacional Henestino Guimarães	T	Tribunal Superior do Trabalho
30	Península dos Ministros	U	Tribunal Superior Eleitoral
31	Planetário		

2.2 Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE)

Consolidam-se cada vez mais, entre as nações, o conceito de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), gerando necessidade de um adequado ordenamento na geração, no armazenamento, no acesso, no compartilhamento e na disseminação do uso da Informação Geográfica.

Uma infraestrutura de dados espaciais pode ser definida como uma relevante coleção de tecnologias, políticas e estruturas institucionais projetadas para facilitar a disponibilidade e o acesso a dados espaciais (TEIXEIRA, 2012).

Segundo o Instituto Geográfico Nacional da Espanha, IDE é um conjunto de recursos heterogêneos, incluindo os dados, metadados, tecnologias, políticas, normas, recursos humanos e usuários, harmonizados e integrados em um sistema de partilha de informação geográfica virtual na rede. (IGN/ IDE, 2013).

No Brasil o órgão responsável pela elaboração de estruturas de dados espaciais é a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), vinculada ao Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Sendo responsável pela elaboração das especificações técnicas referentes aos dados espaciais, compondo assim a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, regulamentada pelo decreto nº 6.666 de 2008.

Segundo esse decreto, a INDE no Brasil é um conjunto integrado de tecnologias, políticas, mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento, padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal (BRASIL, 2008).

O Plano de Ação para Implementação da INDE (CONCAR, 2010) destaca alguns objetivos de uma IDE:

- Compartilhar informações geoespaciais, inicialmente na administração pública, e depois para toda a sociedade;
- Incrementar a administração eletrônica no setor público;
- Garantir aos cidadãos os direitos de acesso à informação geoespacial pública para a tomada de decisões;
- Incorporar a informação geoespacial produzida pela iniciativa privada;

- Harmonizar a informação geoespacial disponibilizada, bem como registrar suas características;
- Subsidiar a tomada de decisões de forma mais eficiente e eficaz.

Cabe ainda observar que o marco legal da INDE brasileira acompanha a vertente mais atual e abrangente da definição de uma IDE, na qual o conceito de serviços web prevalece sobre o de dados geoespaciais. Serviços web podem ser entendidos como aplicações e componentes de aplicações acessíveis pela web, capazes de trocar dados, compartilhar tarefas e automatizar processos pela Internet. Se antes a ênfase era nos dados que o usuário poderia acessar, agora a ênfase recai nos variados usos que podem ser feitos desses dados (CONCAR, 2010)

O êxito na implantação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais depende do balanceamento de uma série de fatores gerais, dentre os quais (INDE, 2010):

- Coordenação e condução;
- Adesão de atores e partícipes;
- Respaldo político e financeiro;
- Cooperação técnica, identificando outras experiências de gerenciamento de dados geoespaciais;
- Pesquisa e desenvolvimento.

As infraestruturas complexas envolvem grandes investimentos e para que a IDE seja implementada todos os setores da economia devem participar e envolver-se nesse projeto, principalmente, o serviço público, por transformarem em leis e deveres as necessidades da sociedade. A figura 2 mostra as inter-relações entre os diversos níveis de infraestruturas de dados espaciais:



Figura 2 – Inter-relações entre os diversos níveis de IDE (Fonte: CONCAR, 2010)

Uma infraestrutura de dados espaciais deve definir padrões para os dados que a compõe, podendo ser apresentada na forma de Especificação Técnica. Em 2006 a CONCAR constituiu o Comitê Especializado para Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CEMND), que desenvolveu a Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) para aplicação no Sistema Cartográfico Nacional e na INDE.

O modelo proposto para a EDGV divide o espaço geográfico brasileiro em seções, tabela 2. Na modelagem conceitual as classes de objetos são agrupadas em categorias de informações. Esse agrupamento tem como premissa o aspecto funcional comum (CONCAR, 2008). Segundo o Plano de Ação da INDE (CONCAR, 2010), os dados ou conjuntos de dados associados a cada uma dessas categorias são também considerados dados geoespaciais de referência na INDE.

Tabela 2 – Categorias de Informação (CONCAR, 2008)

Seção do Anexo A	Categoria	Definição
Seção 1	Hidrografia	Representa o conjunto das águas interiores e oceânicas da superfície terrestre, bem como elementos, naturais ou artificiais, emersos ou submersos, contidos nesse ambiente.
Seção 2	Relevo	Representa a forma da superfície da Terra e do fundo das águas tratando, também, os materiais expostos, com exceção da cobertura vegetal.
Seção 3	Vegetação	Representa, em caráter geral, os diversos tipos de vegetação natural e cultivada.
Seção 4	Sistema de Transporte	Agrupa o conjunto de sistemas destinados ao transporte e deslocamento de carga e passageiros, bem como as estruturas de suporte ligadas a estas atividades.
Seção 5	Energia e Comunicações	Representa as estruturas associadas à geração, transmissão e distribuição de energia, bem como as de comunicação.
Seção 6	Abastecimento de Água e Saneamento Básico	Agrupa o conjunto de estruturas associadas à captação, ao armazenamento, ao tratamento e à distribuição de água, bem como as relativas ao saneamento básico.
Seção 7	Educação e Cultura	Representa as áreas e as edificações associadas à educação e ao esporte, à cultura e ao lazer.
Seção 8	Estrutura Econômica	Representa as áreas e as edificações onde são realizadas atividades para produção de bens e serviços que, em geral, apresentam resultado econômico.
Seção 9	Localidades	Representa os diversos tipos de concentração de habitações humanas.
Seção 10	Pontos de Referência	Agrupa as classes de elementos que servem como referência a medições em relação a superfície da Terra ou de fenômenos naturais.
Seção 11	Limites	Representa os distintos níveis político-administrativos e as áreas especiais; áreas de planejamento operacional, áreas particulares (não classificadas nas demais categorias), bem como os elementos que delimitam materialmente estas linhas no terreno.
Seção 12	Administração Pública	Representa as áreas e as edificações onde são realizadas as atividades inerentes ao poder público.
Seção 13	Saúde e Serviço Social	Representa as áreas e as edificações relativas ao serviço social e à saúde.

2.2.1 Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais

Considerando o expressivo número de órgãos do Governo do Distrito Federal - GDF que utilizam informações especializadas e o volume de recursos gastos, de forma concorrente, pelas diversas entidades com a matéria, aliada a necessidade de modernização da gestão e disseminação das informações territoriais, fez-se necessária à criação de um comitê que trate destas informações de forma única e normatizada para todo o Distrito Federal.

De acordo com o histórico legal do GDF, desde 2007, iniciaram-se os esforços para adequar os dados geográficos do DF, sendo observado ao longo desses anos à adesão dos órgãos do GDF que trabalham com dados geoespaciais, dando, assim, apoio para que a implementação da infraestrutura a nível distrital concretize-se.

O decreto nº 27.754, de 07 de março de 2007, foi criado para regulamentar a Companhia de Planejamento do DF (Codeplan) como coordenadora e executora do tratamento de informações para o planejamento estratégico e das atividades de geoprocessamento dentre outras providências.

Já a lei complementar nº 803, de 27 de abril de 2009, delega à Secretaria de Estado de Habitação, Regularização e Desenvolvimento Urbano (SEDHAB) a função de órgão centralizador das informações geoespaciais, informações estas que serão armazenadas no Sistema de Informações Territoriais e Urbanas do Distrito Federal – SITURB.

O SITURB tem como órgão central a SEDHAB e como órgãos setoriais os órgãos e as entidades integrantes da Administração do Distrito Federal e outras entidades, públicas ou privadas, que produzam informações de interesse para planejamento, ordenamento e gestão territorial e urbana. E tem como um dos objetivos: produzir, coletar, organizar e disseminar informações sobre o território e sua população.

Em 2011 foi criada a Comissão de Gestão de Geoinformações do Distrito Federal, por meio do decreto nº 33.320 de 09 de novembro de 2011, para definir e monitorar as atividades relacionadas aos processos de integração e gestão das informações georreferenciadas do Governo do Distrito Federal.

Alguns pontos do decreto supracitado foram alterados pelo decreto nº 33.703 de 11 de junho de 2012, como o nome da Comissão que passar a ser Comitê Gestor de Geoinformações do Distrito Federal (COMGEO). Outra alteração é a exigência de as ações e projetos relacionados ao tema de geoprocessamento e de informações cadastrais executadas

pelas Secretarias e Órgãos do GDF serem levadas ao conhecimento do COMGEO por meio dos respectivos representantes, previamente ao processo de licitação ou execução.

O COMGEO irá normatizar, levantar, organizar, integrar, disponibilizar e gerir os dados espaciais produzidos no âmbito do GDF, definindo assim a implementação e gestão das políticas de geoprocessamento e tratamento de informações da administração.

O COMGEO tem por objetivo definir e monitorar as atividades relacionadas aos processos de integração e gestão das informações georreferenciadas do GDF, fazendo parte do comitê:

- Agência de Fiscalização do Distrito Federal (Agefis);
- Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb);
- Companhia do Metropolitano do Distrito Federal (Metrô);
- Companhia Energética de Brasília (CEB);
- Companhia de Planejamento do Distrito Federal (Codeplan);
- Companhia Imobiliária de Brasília (Terracap);
- Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (Novacap);
- Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal (Codhab);
- Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER);
- Departamento de Trânsito do Distrito Federal (Detran);
- Transporte Urbano do Distrito Federal (DFTrans);
- Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal - Brasília Ambiental;
- Secretaria de Estado de Habitação, Regularização e Desenvolvimento Urbano (Sedhab);
- E as secretarias de Governo, de Agricultura e Desenvolvimento Rural, de Defesa Civil, Desenvolvimento Econômico, de Desenvolvimento Social e Transferência de Renda, de Educação, de Cultura, de Fazenda, de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, de Planejamento e Orçamento, de Obras, Saúde, de Segurança Pública, Transportes, de Estado da Casa Civil do Distrito Federal, de Estado da Ordem Pública e Social do Distrito Federal e coordenadoria das Cidades.

Ao COMGEO caberá o papel de dar suporte e apoio aos órgãos do GDF nas atividades inerentes a geoinformação, disponibilizando dados, informações e meios

necessários para o planejamento estratégico e tomadas de decisão bem como dar suporte técnico e acompanhamento aos programas e projetos estruturantes.

A Lei Complementar nº 854, de 15 de outubro de 2012, atualiza a Lei Complementar nº 803, de 27 de abril de 2009, e designa à SEDHAB a atribuição de receber e sistematizar as informações que irão subsidiar a implantação do Cadastro Territorial Multifinalitário do Distrito Federal – CTM/DF.

Diante desse quadro, o GDF consolida e articula a produção e gestão de dados e informações geoespaciais no âmbito da Administração Pública do Estado, por meio do Comitê Gestor de Geoinformações do Distrito Federal.

2.3 Projeto de Banco de Dados Geográfico

Um banco de dados pode ser visto como um conjunto integrado de dados sobre um determinado assunto, já um banco de dados geográficos é um banco de dados contendo dados geográficos (LONGLEY et al., 2011). Para armazenar dados em sistema de banco de dados é necessário um projeto bem elaborado que, geralmente, abrange três fases.

Na primeira fase de um projeto de banco de dados espaciais deve-se construir a modelagem conceitual. Por meio de requisitos constrói-se o Modelo Entidade-Relacionamento (MER) que seguirá as especificações indicadas, no que couber, pela infraestrutura nacional de dados espaciais e pela comissão nacional de cartografia (CONCAR, 2008). Esse modelo não está atrelado à implementação, seu principal objetivo é capturar as necessidades do estudo em questão (CARDOSO; CARDOSO, 2012).

Já na segunda fase, transforma-se o modelo conceitual em um modelo com base em registros (Modelo Relacional), tendo como objetivo definir como o banco de dados será implementado no SGBD (CARDOSO; CARDOSO, 2012).

Na última fase do projeto de banco de dados é tratado o modelo físico o qual é dependente do SGBD utilizado. No SGBD pode ser acrescentadas funcionalidades para melhorar o desempenho, não podendo ser modificadas funcionalidades já determinadas (CARDOSO; CARDOSO, 2012).

Como esse trabalho propõe-se a modelar a primeira fase do projeto de banco de dados espaciais do Mapa Rodoviário Turístico o foco do embasamento teórico será no modelo conceitual. E os requisitos necessários para a construção desse modelo serão detalhados na metodologia de trabalho.

2.3.1 O Modelo de Dados OMT-G

O modelo é uma simplificação da realidade, uma abstração semanticamente específica do sistema. A modelagem dos dados é feita para compreender mais claramente o sistema em desenvolvimento. Com a modelagem alcançam-se quatro objetivos (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2000):

1. Visualizar o sistema como ele é ou como se deseja que seja;
2. Especificar a estrutura ou o comportamento de um sistema;
3. Proporcionar um guia para a construção do sistema;
4. Documentar as decisões tomadas.

Booch, Rumbaugh e Jacobson (2000) afirmam que a capacidade humana de compreender complexidades é limitada, desta forma, a modelagem ajuda a delimitar o problema, restringindo o foco a um aspecto por vez. Resolvendo, assim, problemas difíceis, dividindo-os em vários problemas menores, ampliando o intelecto humano.

Cada tipo de modelo é organizado de modo diferente e cada um tem seu próprio foco. As duas maneiras mais comuns, no caso de software, são provenientes da perspectiva de um algoritmo ou da perspectiva orientada a objetos.

A visão tradicional adota a perspectiva de um algoritmo, que tem como o principal bloco de construção do software, o procedimento ou função. Já na visão contemporânea, adota-se uma perspectiva orientada a objeto que tem como o principal bloco de construção de todos os sistemas de software é o objeto ou a classe (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2000).

Existem vários modelos de dados semânticos e orientados a objetos, os quais têm sido largamente utilizados para a modelagem de aplicações geográficas. Modelos de dados para aplicações geográficas têm necessidades adicionais, tanto com relação à abstração de conceitos e entidades, quanto ao tipo de entidades representáveis e seu inter-relacionamento, além do aspecto da codificação da localização espacial (CÂMARA et al. 2005).

O modelo OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*) surgiu com a proposta de simplificar e tornar mais próxima a representação espacial daquilo que vimos presente no mundo real. No processo de desenvolvimento de uma aplicação geográfica, o OMT-G propõe o uso de três diagramas: de classes, de transformação e de apresentação (CÂMARA et al. 2005). Como o objeto desse trabalho é a modelagem conceitual, ele abrangerá neste momento o diagrama de classes.

Segundo Câmara et al. (2005), o modelo OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da *Unified Modeling Language* (UML). Nele são inseridas as primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica daquele modelo.

No OMT-G o diagrama de classes, contém elementos específicos da estrutura de um banco de dados, em especial classes de objetos e seus relacionamentos, sendo usado para descrever a estrutura e o conteúdo de um banco de dados geográfico. No nível de representação conceitual, o diagrama de classes é o produto fundamental, por conter regras e descrições que definem conceitualmente como os dados serão estruturados, incluindo a informação do tipo de representação que será adotada para cada classe (CÂMARA et al. 2005).

O modelo OMT-G tem como base os conceitos de classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais. As primitivas básicas usadas para criar esquemas estáticos de aplicação são as classes e os relacionamentos (CÂMARA et al. 2005).

Este trabalho descreverá apenas os conceitos de classes e relacionamento, levando em conta que foram esses os conceitos usados no projeto de modelo conceitual atual, que futuramente serão suplementados com as restrições de integridade espacial.

2.3.1.1 Classes

Classes representam os três grandes grupos de dados (contínuos, discretos e não-espaciais) e podem ser georreferenciadas ou convencionais. As classes georreferenciadas descrevem conjuntos de objetos que possuem representação espacial e estão associados a regiões da superfície da terra, representando a visão de campos e de objetos. Já as classes convencionais descrevem conjuntos de objetos com propriedades, comportamento, relacionamentos, e semântica semelhantes, e que possuem alguma relação com os objetos espaciais, mas que não possuem propriedades geométricas (CÂMARA et al., 2005).

As classes georreferenciadas são especializadas em classes do tipo geo-campo e geo-objeto. Classes geo-campo representam objetos e fenômenos distribuídos continuamente no espaço, correspondendo a variáveis como tipo de solo, relevo e geologia. Classes geo-objeto representam objetos geográficos particulares, individualizáveis, associados a elementos do mundo real, como edifícios, rios e árvores.

As classes convencionais são simbolizadas exatamente como na UML. As classes georreferenciadas são simbolizadas no modelo OMT-G de forma semelhante, incluindo no canto superior esquerdo um retângulo que é usado para indicar a primitiva geométrica, na forma de um pictograma.

No entanto, algumas instâncias de classes georreferenciada podem ser representadas por mais de uma primitiva geométrica, não apresentando nenhum pictograma, sendo denominada de genérica. Normalmente ocorrem como superclasses em processos de generalização cartográfica ou mesmo para classes com geometria do tipo complexo (CONCAR, 2008)

As classes georreferenciadas do tipo geo-objeto são especializadas em representar pontos, linhas e polígonos, conforme observar-se na figura 3. Já as classes do tipo geo-objetos com geometria e topologia representam também conjuntos de objetos com representação espacial, porém, com propriedades de conectividades topológicas. No contexto dessa monografia, esse último tipo de classe não será pormenorizado, por não estar representado no modelo.

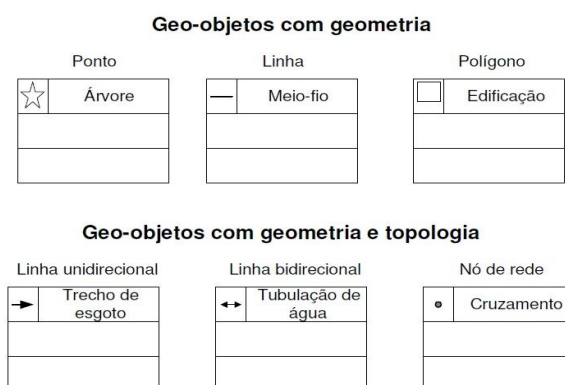


Figura 3 - Classe de Geo-objetos (Fonte: CÂMARA et al., 2005)

2.3.1.2 Relacionamentos

Relacionamentos é a forma com que as classes interagem entre si para que possam representar fenômenos do mundo real. O modelo OMT-G representa três tipos de relacionamentos entre suas classes: associações simples, relacionamentos topológicos em rede e relacionamentos espaciais (CÂMARA et al., 2005):

- Associações simples representam relacionamentos estruturais entre objetos de classes diferentes podendo ser convencionais ou georreferenciadas.

- Relacionamentos topológicos podem ser derivados automaticamente, a partir da forma geométrica do objeto, no momento da entrada de dados ou da execução de alguma análise espacial.
- Relacionamentos espaciais representam relações topológicas, métricas, de ordem e fuzzy.

Conforme a figura 4, de Câmara et al. (2005), no modelo OMT-G, as associações simples são indicadas por linhas contínuas, enquanto os relacionamentos espaciais são indicados por linhas pontilhadas.

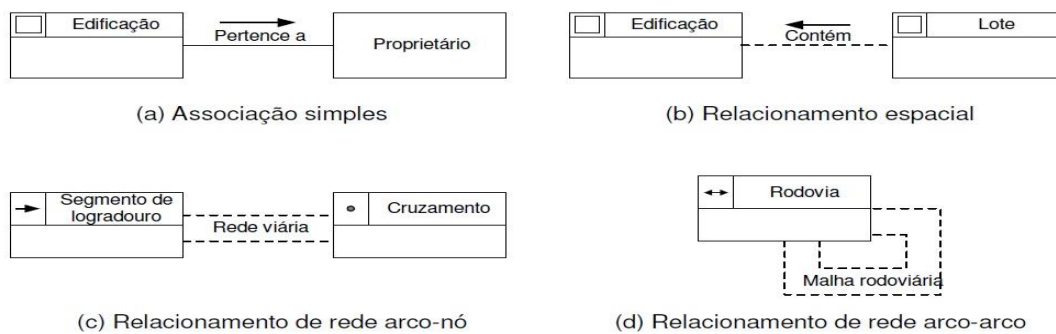


Figura 4 - Representação de Relacionamentos (Fonte: CÂMARA et al., 2005)

2.3.1.2.1 Cardinalidade

Além disso, os relacionamentos são caracterizados por sua cardinalidade, que representa o número de instâncias de uma classe que podem estar associadas a instâncias da outra classe, conforme observa-se na figura 5:

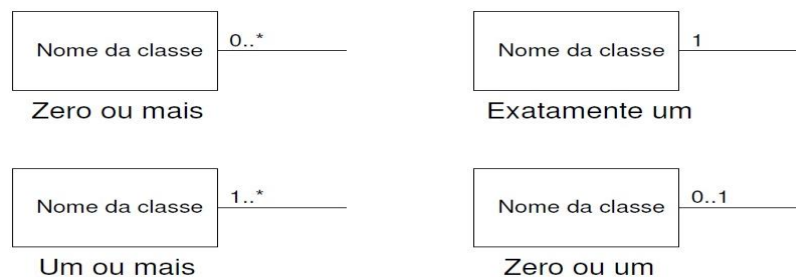


Figura 5 – Cardinalidade (Fonte CÂMARA et al., 2005)

2.3.1.2.2 Generalização e Especialização

Generalização é o processo de definição de classes mais genéricas (superclasses) a partir de classes com características semelhantes (subclasses). Já a especialização é o processo inverso, no qual classes mais específicas são detalhadas a partir de classes genéricas adicionando novas propriedades na forma de atributos.

2.3.1.2.3 Agregação

A agregação é uma forma especial de associação entre objetos, onde se considera que um deles é formado a partir de outros. Uma agregação pode ocorrer entre classes convencionais, entre classes georreferenciadas ou entre uma classe convencional e uma classe georreferenciada, conforme figura 6. Quando a agregação ocorre entre classes georreferenciadas, é necessário usar a agregação espacial (CÂMARA et al., 2005).

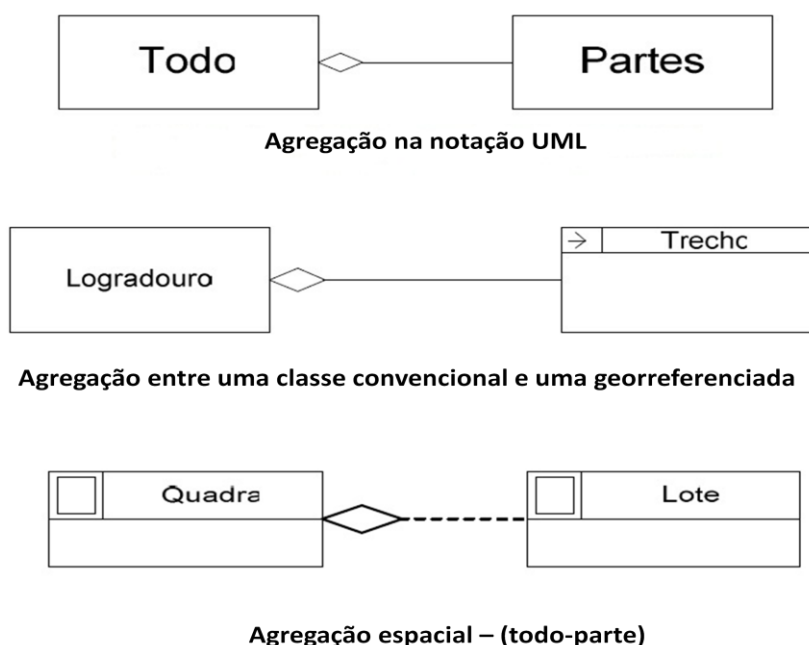


Figura 6 – Agregação (Fonte: CÂMARA et al., 2005)

2.3.1.2.4 Relacionamentos Espaciais

Importante destacar o conceito dos relacionamentos espaciais possíveis para uma construção mais adequada do modelo. As relações topológicas descrevem os conceitos de vizinhança, mantendo-se invariante ante as transformações de escala e rotação, são exemplos os termos: disjunto, adjacente a e dentro de. As relações métricas são consideradas em termos de direções e distâncias, tais como relações direcionais, norte e sul, e relações de distâncias, perto de e longe de (INPE, 2013).

As relações de ordem são aquelas que expressam a ordem, total ou parcial, exemplos: em frente a, atrás de, acima de e abaixo de. E as relações fuzzy são relações não precisas de proximidade, são usadas preposições como: próximo a e perto de. As relações de distância podem ser consideradas relações fuzzy (INPE, 2013).

As figuras 7 e 8 representam as possíveis possibilidades de relacionamentos espaciais topológicos entre classes com primitivas geométricas definidas pela OMT-G.

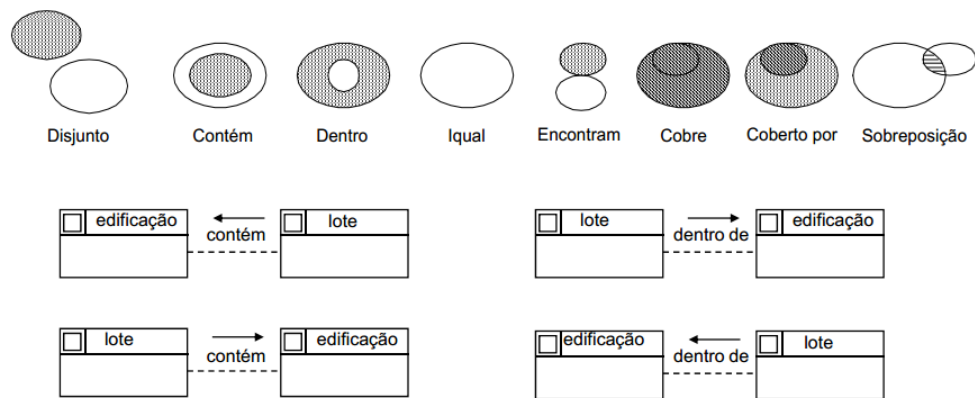


Figura 7 - Relacionamentos espaciais entre polígonos (Fonte: INPE, 2013)

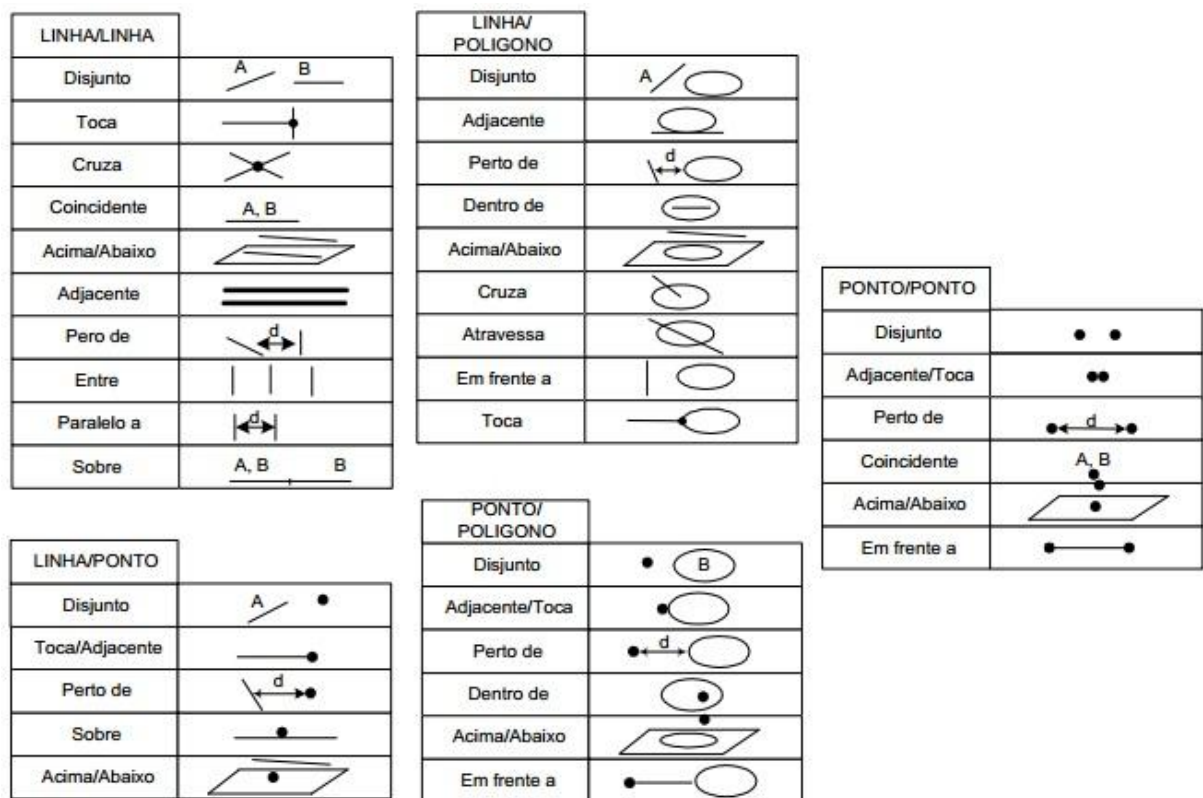


Figura 8 - Relacionamentos espaciais (Fonte: INPE, 2013)

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da parte prática deste trabalho, foi seguida uma metodologia dividida em quatro etapas: levantamento das necessidades, obtenção dos dados, modelagem conceitual dos dados e estruturação das relações de classes de objetos (RCO), conforme fluxograma metodológico mostrado na figura 9.

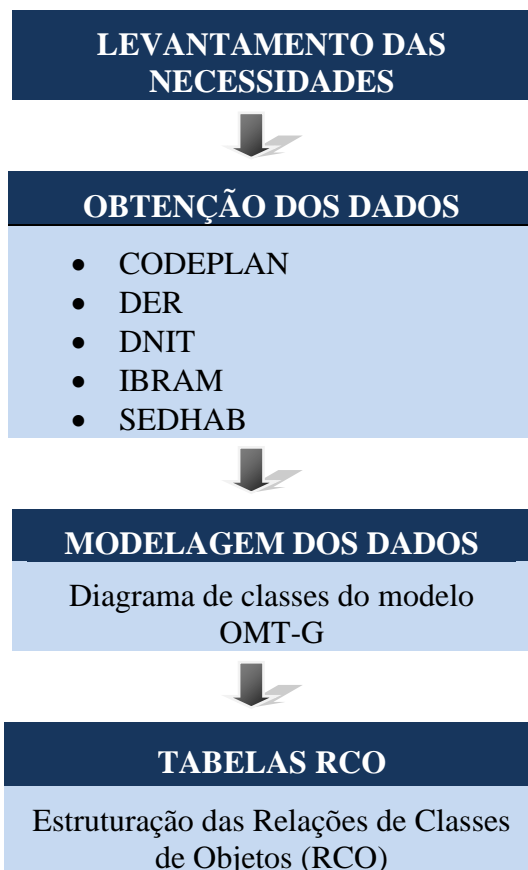


Figura 9 - Metodologia utilizada na modelagem dos dados

Primeiramente, foram levantadas as necessidades para a elaboração do mapa, tais como os dados e a viabilidade, junto ao conselho rodoviário. Em seguida identificaram-se os dados necessários para solicitar aos órgãos responsáveis.

Por fim, definiu-se conceitualmente cada uma das classes, bem como os relacionamentos entre elas, da seguinte forma:

- Elaboração do Modelo Conceitual por meio do software StarUML (<http://staruml.sourceforge.net/en/>) com a abordagem OMT-G;
- Elaboração da Relação de Classes e Objetos (RCO), adaptada das “Especificações Técnicas para a estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais” (ET-EDGV), que futuramente, na continuidade deste trabalho, embasará a modelagem lógica.

3.1 Levantamento das Necessidades

Nesta fase de levantamento das necessidades para a elaboração do mapa rodoviário turístico, foi necessário identificar e organizar os dados geográficos, não geográficos, fotografias, bem como propor temas para o mapa. Todo o levantamento de dados e as sugestões foram levados para a reunião do conselho rodoviário para serem aprovadas.

Após aprovação das sugestões para a construção do mapa rodoviário turístico, os dados externos, que o departamento não possui e necessários incluir no mapa foram solicitados oficialmente aos órgãos responsáveis. Buscou-se uma parceria juntamente com a Secretaria de Turismo, porém, o referido órgão não possui dados espaciais sobre o tema, contratando empresas especializadas para elaboração de seus mapas.

Destaca-se a importância da elaboração desse modelo para futura implementação do banco de dados geográficos no departamento, pois todos os dados geográficos ou a eles relacionados ficam armazenados em diretórios, separados por ano e por assunto, no servidor do departamento ou mesmo em computadores dos usuários da área de geoprocessamento, conforme figura 10 e 11 a seguir:

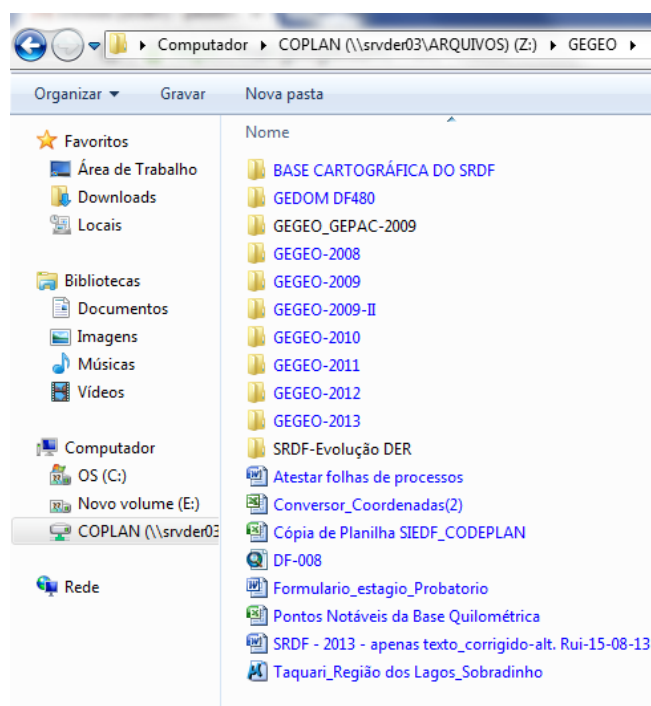


Figura 10 - Estrutura de armazenamento por ano dos dados no DER/DF

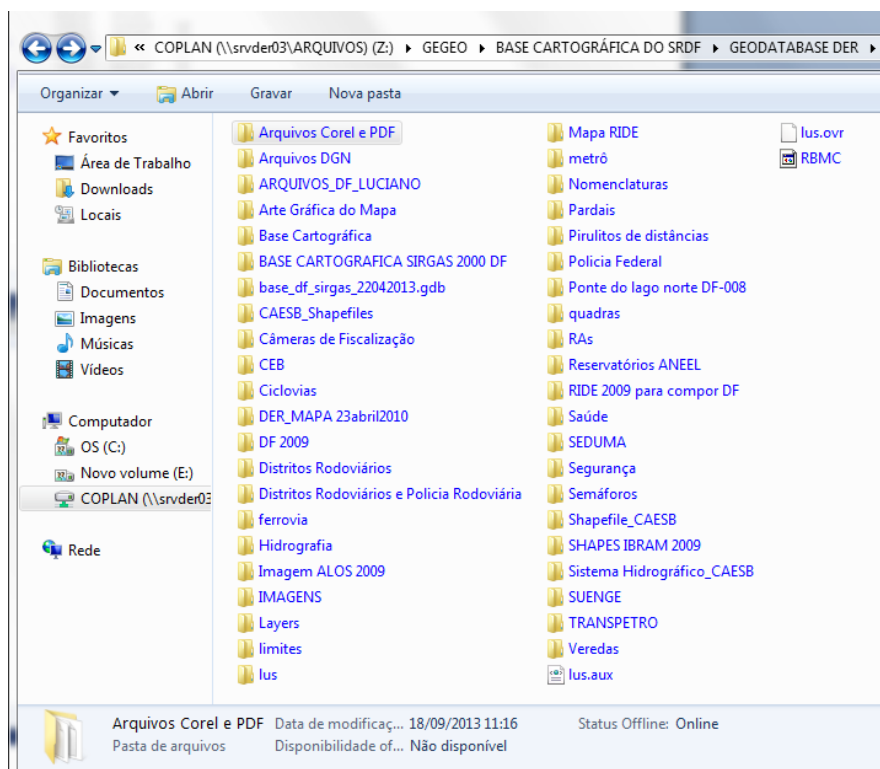


Figura 11 - Estrutura de armazenamento dos dados no DER/DF

3.2 Obtenção dos Dados

Os dados utilizados para elaboração do modelo conceitual foram obtidos oficialmente junto aos seguintes órgãos, em formato geoespacial vetorial:

- SEDHAB – os dados de endereço, ruas e avenidas (arruamentos) atualizados em 2013;
- IBRAM – os dados de lagos, parques urbanos e áreas protegidas do ano de 2011;
- CODEPLAN - os dados das ciclovias que o departamento não administra de 2013;
- Ao DNIT - os dados das rodovias federais atualizado em 2013.

Já os dados de pontos turísticos e o lago do Parque da Cidade Dona Sarah Kubitschek foram vetorizado a partir da imagem de satélite disponível no *basemap* (uma espécie de camada de mapa que fornece um quadro no qual exibir informações operacionais dinâmicas) do *software* ArcGIS. Os dados de Rodovias Distritais, Distritos Rodoviários e o Identificador do trecho rodoviário são de domínio do DER que tem direitos sobre sua modificação e distribuição.

A escolha dos pontos turísticos baseou-se em dois pontos principais para o departamento. O primeiro é a escala de apresentação do mapa que será publicado na escala 1:100.000 e impressa em folha customizada de dimensões 640mm por 480mm, com área útil para disponibilização dos dados geoespaciais de 420mm por 370mm, o que restringe a

quantidade de elementos distribuídos pelo mapa, para não o poluir visualmente. O segundo critério utilizado foi inclusão, primeiramente, dos principais órgãos públicos, principais pontos turísticos públicos, principais áreas de preservação e parques urbanos mais visitados. Em seguida, à medida que houvesse espaço e conforme sua relevância incluiu-se outras categorias de pontos turísticos, definidos pela diretoria do órgão.

3.3 Modelo Conceitual OMT-G

A estruturação dos dados vetoriais espaciais foi modelada utilizando o modelo de dados semânticos e orientados a objetos, o OMT-G, baseada em classes, relacionamentos e restrições de integridade espacial. E seguiu as orientações das especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais vetoriais (ET-EDGV). Conforme explicitado no referencial teórico a EDGV segue a organização, conforme fluxograma apresentado na figura 12.

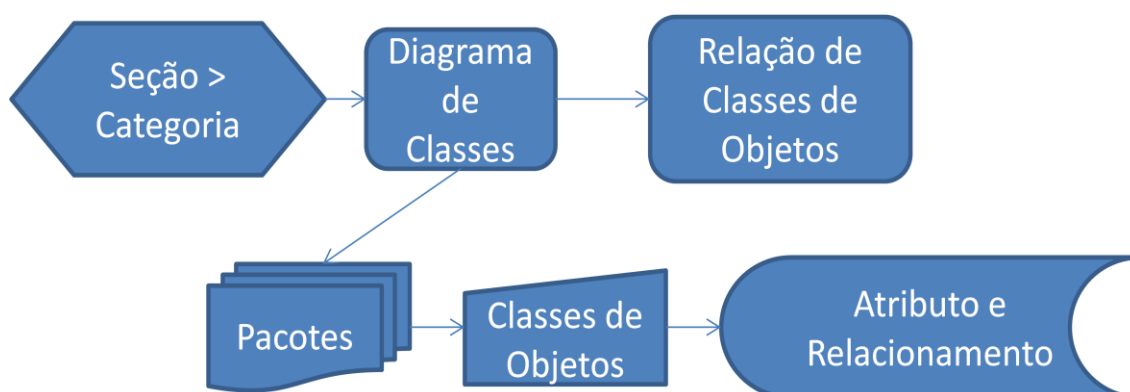


Figura 12 - Fluxograma da modelagem conceitual conforme ET-EDGV

Não foi criado nenhum pacote de informações geográficas, além dos previsto nas especificações técnicas da CONCAR (2008). Todos os dados utilizados para a elaboração deste projeto estão previstos em categorias diversas, que serão diferenciadas no modelo conceitual por cores diversas.

3.3.1 Classe de Objetos

O presente trabalho baseou-se nas categorias de informação do Sistema de Transporte Rodoviário, Hidrografia, Limites e Educação e Cultura, conforme os modelos apresentados nos anexos A, B, C e D, previstas no documento da CONCAR (2008).

As classes de “Trechos Rodoviários”, “Identificador de Trechos Rodoviários”, “Arruamento” e “Ciclovias” foram embasados na categoria sistema de transportes rodoviários. Essas categorias são os dados principais e objeto de trabalho diário do geoprocessamento do DER-DF. Todas as modificações e alterações nesses dados são atualizadas imediatamente a sua publicação no diário oficial do Distrito Federal.

A classe “massa d’água”, referente aos lagos, foi referenciada de acordo com os atributos presentes na categoria hidrografia. Essa classe, bem como as hidrografias que serão inseridas futuramente no modelo, é de grande importância para o mapa, pois estão diretamente associadas à área de lazer, como exemplo o Lago Paranoá que é utilizado para esportes e alguns rios que são visitados por suas quedas d’água e para canoagem.

Já as classes de “região administrativa”, “distritos rodoviários”, “limite área especial”, “setor” e “quadras” foram embasadas de acordo com os atributos descritos na categoria limites. Os distritos rodoviários são os limites de atuação de cada unidade do DER-DF. Seus atributos foram baseados em outros da categoria limites e acrescidos outros atributos que necessários ao órgão. O limite de área especial foi incluído no modelo por abranger informações, como área de preservação, reservas, parques que em alguns casos podem ser abertos para visitação.

O “Complexo de Lazer” foi elaborado de acordo com a categoria Educação e Cultura. Essa classe contém informações relevantes em relação ao turismo. Nela encontram-se o atributo tipo de complexo de lazer que engloba parque urbano, parque de diversões, autódromo, zoológico, jardim botânico, hípica, camping entre outros complexos de lazer descritos na tabela de RCO.

As relações espaciais entre os objetos no mundo real não se restringem às classes de uma mesma categoria de informação, ou seja, permeiam entre várias categorias. Desta forma, nesta modelagem, classes de objetos que tenham relações espaciais com classes de outras categorias são replicadas no pacote de sistema de transporte, omitindo-se atributos ou relacionamentos desnecessários para o caso. A cor de fundo da classe replicada na categoria em questão tem por finalidade mostrar qual é a categoria de origem. Assim, classes replicadas em outras categorias seguem a seguinte tabela de cores na figura 13.

TABELA DE CORES DAS CATEGORIAS DE INFORMAÇÃO DA EDGV			
	COR	R	G B
HIDROGRAFIA		204	255 255
RELEVO		204	102 0
VEGETAÇÃO		204	255 204
SISTEMA DE TRANSPORTES		255	255 0
SUBSISTEMA RODOVIÁRIO - SISTEMA DE TRANSPORTES		255	204 153
SUBSISTEMA FERROVIÁRIO - SISTEMA DE TRANSPORTES		255	153 0
SUBSISTEMA DUTOS - SISTEMA DE TRANSPORTES		228	210 156
SUBSISTEMA AEROPORTUÁRIO - SISTEMA DE TRANSPORTES		0	0 255
SUBSISTEMA HIDROVIÁRIO - SISTEMA DE TRANSPORTES		0	255 255
ENERGIA E COMUNICAÇÕES		255	255 153
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO		153	204 255
EDUCAÇÃO E CULTURA		255	153 204
ESTRUTURA ECONÔMICA		128	128 0
LOCALIDADES		153	204 0
PONTOS DE REFERÊNCIA		204	153 0
LIMITES		0	128 0
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA		204	153 255
SAÚDE E SERVIÇO SOCIAL		255	0 0
CLASSE ABSTRATA		192	192 192

Figura 13 – Tabela de cores das categorias (CONCAR, 2012)

As classes de objetos são compostas por atributos e comportamentos. Os atributos descrevem as características estáticas dos objetos, enquanto os comportamentos descrevem sua dinâmica. No contexto deste trabalho, assim como, a norma elaborada pela ET-EDGV, os comportamentos não serão descritos, sendo normatizados em outra especificação técnica. Todos os atributos que compõem as classes de objetos do modelo foram abordados na norma nacional.

3.3.2 Relacionamento

O modelo conceitual elaborado abordou em seus relacionamentos a notação de cardinalidade adotada pelo modelo OMT-G, sendo a mesma usada na UML (Rational Software Corporation, 1997). A restrição de cardinalidade limita o número de instâncias de relacionamento que uma entidade pode participar (CÂMARA et al., 2005), os itens que se seguem mostram as possibilidades de cardinalidade adotada:

- 0..1 – nenhum ou um;
- 1 – somente um;
- 0..* - nenhum ou muitos;
- 1..* – um ou muitos;
- * – muitos.

A figura 14 demonstra exemplos de restrições de cardinalidade usadas no modelo, como podemos observar: um Setor contém pelo menos uma quadra, mas pode ter mais, sendo representado pela simbologia (1..*) e uma Quadra só pode estar em um Setor (1). Relacionamentos espaciais também podem ser observados nesta figura, exemplo: contém,

dentro de, adjacente, cruza. Já as setas servem para deixar clara a direção da leitura do relacionamento (CÂMARA et al., 2005).

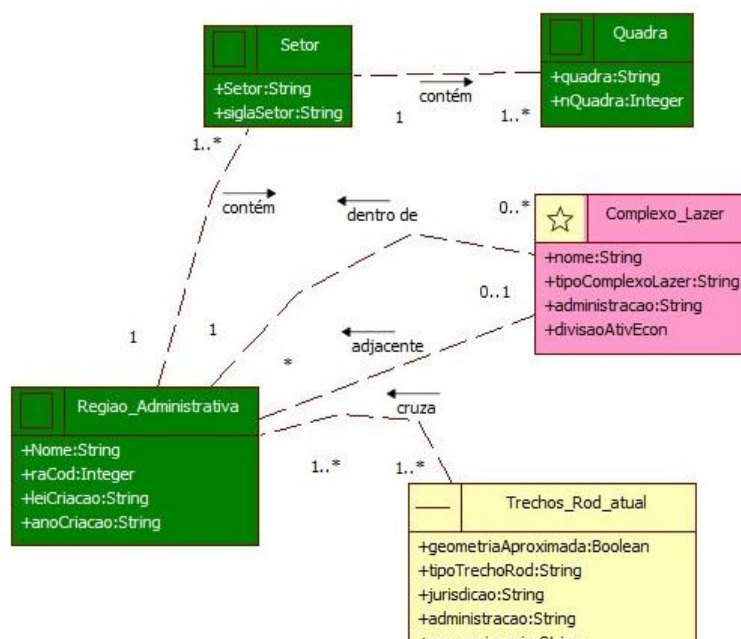


Figura 14 – exemplo de relacionamento

A tabela 3 é um resumo de todas as relações espaciais topológicas inseridas no modelo conceitual no StarUML. Esta tabela foi gerada pelo software, após a finalização da inserção das classes, relacionamentos e denominações dos relacionamentos espaciais, por meio de uma ferramenta denominada OMT-G que gera um relatório com as tabelas de todas as classes e os relacionamentos espaciais entre elas.

Tabela 3 – Relacionamentos Espaciais Topológicos

	Nome	Tipo	De	Para	Relação
1	cruza	Relacionamento Espacial	Trechos_Rodoviaros	Regiao_Administrativa	linha/ polígono
2	dentro de	Relacionamento Espacial	MassaDagua	Regiao_Administrativa	polígono/ polígono
3	contém	Relacionamento Espacial	Regiao_Administrativa	Setor	polígono/ polígono
4	contém	Relacionamento Espacial	Regiao_Administrativa	Distritos_Rodoviaros	polígono/ polígono
5	toca	Relacionamento Espacial	Trechos_Rodoviaros	Arruamento	linha/ linha
6	adjacente	Relacionamento Espacial	Ciclovias	Arruamento	linha/ linha
7	coincide	Relacionamento Espacial	Ciclovias	Arruamento	linha/ linha

8	dentro de	Relacionamento Espacial	Regiao_ Administrativa	Pontos_ Turisticos	ponto/ polígono
9	contém	Relacionamento Espacial	Quadra	Setor	polígono/ polígono
10	sobreposição	Relacionamento Espacial	Trechos_ Rodoviaros	Trechos_ Rodoviaros	linha/ linha
11	dentro de	Relacionamento Espacial	Limite_Area_ Especial	Regiao_ Administrativa	polígono/ polígono
12	sobre	Relacionamento Espacial	Identificador_ Trecho_ Rodoviario	Trechos_ Rodoviaros	ponto/ linha
13	adjacente	Relacionamento Espacial	Regiao_ Administrativa	Pontos_ Turisticos	ponto/ polígono

3.4 Ferramenta: StarUML

Para a elaboração do Diagrama de Classes OMT-G foi utilizado o software StarUML. Esse software é um projeto de código aberto para desenvolver plataforma UML / MDA (Modelo de Arquitetura Impulsionada), sendo rápida, flexível, extensível e livremente disponível.

O objetivo do projeto StarUML é construir uma ferramenta de modelagem de software e também de plataforma que é um substituto convincente de ferramentas UML comerciais. Traz funcionalidades como geração de código e engenharia reversa, ou seja, a partir de um produto final obter parte de seu processo de desenvolvimento (STARUML, 2013).

Após a finalização da criação do modelo no StarUML, o software possui uma ferramenta que possibilita verificar se o modelo esta baseado em regras de boa formação das especificações da UML, figura 15:

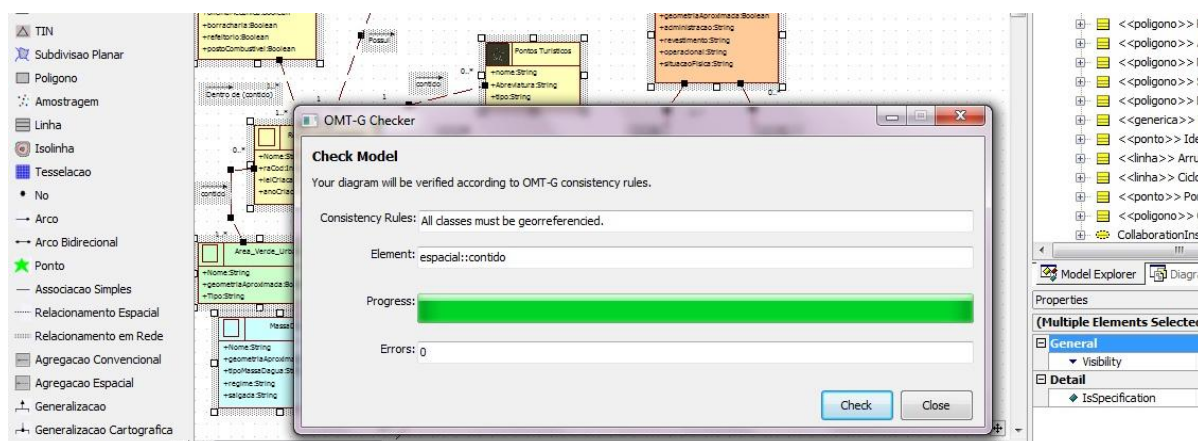


Figura 15 – Verificação do modelo

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Modelo Conceitual do BDG do Mapa Rodoviário Turístico

A figura 16 mostra o resultado do modelo elaborado, com base nas descrições da ET-EDGV. Por meio do roteiro apresentado na metodologia e do uso do software StarUML, foram estabelecidas conceitualmente cada uma das classes e relacionamentos, as quais foram formalizadas no modelo conceitual.

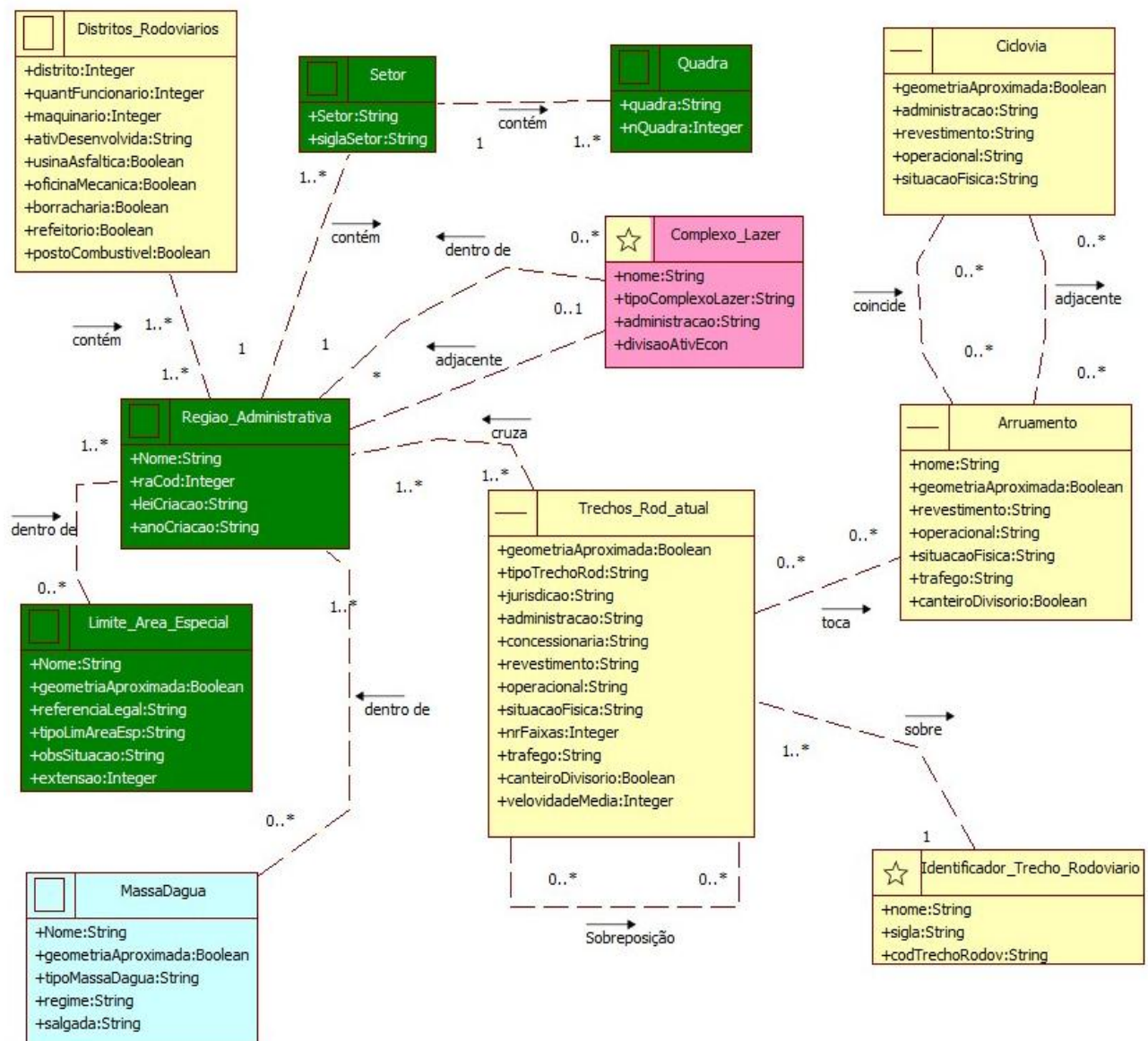


Figura 16 - Modelo conceitual elaborado

4.1.1 Relacionamentos

Durante a elaboração do modelo conceitual, são feitas as análises de relacionamentos entre as classes e objetos, conforme os dados de referência contidos na INDE. As relações estão descritas nos tópicos a seguir e subsidiaram a construção do modelo e sua forma de pensar.

- Trechos Rodoviários – Trechos Rodoviários: sobreposição espacial, pois apesar de cada trecho ter identificador único, existem trechos rodoviários distritais e federais coincidentes. A sobreposição pode ser nenhuma ou muitas (cardinalidade).
- Trechos Rodoviários – Arruamento: relacionamento espacial: o trecho rodoviário pode tocar nenhum ou vários arruamentos (0..*).
- Trechos Rodoviários – Identificador do Trecho rodoviário:
- Trechos Rodoviários – Região Administrativa: relacionamento espacial em que o trecho rodoviário cruza uma ou várias regiões administrativas.
- Arruamento – Ciclovias: relacionamento espacial em que o arruamento é adjacente e/ou coincide com nenhuma ou várias ciclovias e as ciclovias são adjacentes e/ou coincidente por nenhum ou vários arruamentos.
- Região Administrativa (RA) – Distritos Rodoviários: relacionamento espacial entre RA e os distritos em que RA contém um ou vários distritos.
- Região Administrativa – Setor: relacionamento espacial em que uma região administrativa contém um ou vários setores, mas um setor só pode estar em uma RA.
- Setor – Quadra: relacionamento espacial. Um setor contém uma ou várias quadras e uma quadra só pode ter um setor.
- Região Administrativa – Complexo de Lazer: relacionamento espacial entre as classes, sendo que um complexo de lazer pode estar dentro a área de uma RA ou adjacente a várias áreas, quando for um ponto no limite das regiões.
- Região Administrativa – Limite Área Especial: um limite de área especial por estar dentre de uma ou várias RAs e uma RA pode conter nenhuma ou várias áreas especiais.
- Região Administrativa – Lagos: relacionamento espacial em que uma RA pode ter nenhum ou várias massas d'água e massa d'água tem que de estar necessariamente dentro de uma RA, podendo abranger mais de uma.

4.2 Relação de Classes de Objetos - RCO

A Relação de Classes de Objetos (RCO) foi construída conforme as normas do documento de Especificações Técnicas para a Estruturação de Dados Geoespaciais Digitais Vetoriais (2008). Nas tabelas de RCO há descrição das entidades e seus atributos, o tipo de valor que podem assumir (alfanumérico, real, inteiro, booleano, data, tempo) e restrição de campos que não podem ser nulos, tabelas de 4 a 14.

Foi de extrema importância a elaboração da RCO nesta primeira fase do projeto para a implementação do BDG, pois as tabelas descrevem as informações espaciais e semânticas das classes de objetos, bem como as descrições dos atributos, orientando na tomada de decisões, no sentido de quais dados serão necessários para o objetivo do trabalho. As tabelas de RCO também servirão como subsídio para elaboração do modelo lógico, futuramente.

Tabela 4 - Classe Trecho Rodoviário

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
Trecho_Rodoviário	São as ligações rodoviárias entre dois pontos rodoviários.		Linha	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
geometriaAproximada	<i>Booleano</i>	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Boolean	NÃO NULO
tipoTrechoRod	<i>Alfanumérico</i>	Identifica o tipo do trecho rodoviário.	Acesso	NÃO NULO
			Rodovia	
			Caminho carroçável	
			Autoestrada	
			Arruamento	
jurisdicao	<i>Alfanumérico</i>	Indica a jurisdição do trecho rodoviário.	Desconhecida	NÃO NULO
			Federal	
			Estadual	
			Municipal	
			Propriedade Particular	
administracao	<i>Alfanumérico</i>	Indica a esfera administrativa responsável pelo trecho rodoviário.	Desconhecida	NÃO NULO
			Federal	
			Estadual	
			Municipal	
			Particular	
			Concessionada	
			Estadual/Municipal	
revestimento	<i>Alfanumérico</i>	Identifica a natureza do revestimento do	Não aplicável	NÃO
			Desconhecido	

		trecho rodoviário.	Leito natural	NULO
			Primário (solto)	
			Pavimentado	
			Calçada	
operacional	<i>Alfanumérico</i>	Indica se o trecho rodoviário está operacional.	Desconhecido	NÃO NULO
			Sim	
			Não	
situacaoFisica	<i>Alfanumérico</i>	Identifica a situação do trecho rodoviário.	Desconhecida	NÃO NULO
			Abandonada	
			Destruída	
			Construída	
			Em Construção	
			Planejada	
			Construída mas em obra	
nrFaixas	<i>Inteiro</i>	Número total de “faixas de rolagem” do trecho rodoviário.	A ser preenchido	NÃO NULO
trafego	<i>Alfanumérico</i>	Indica o regime de trafego do trecho rodoviário.	Desconhecido	NÃO NULO
			Permanente	
			Periódico	
canteiroDivisorio	<i>Booleano</i>	Indica se o trecho rodoviário possui canteiro divisorio.	A ser preenchido	NÃO NULO
velocidadeMedia	<i>Inteiro</i>	Indica a velocidade média do trecho rodoviário.	A ser preenchido	NULO

Tabela 5 - Classe identificador do trecho rodoviário

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
Identificador_Trecho_Rodoviario	Elemento que identifica através da sigla e/ ou nome o trecho rodoviário. Para cada trecho compartilhado por mais de uma via, cada ocorrência de via implicara em um registro de identificação.		Ponto	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
nome	<i>Alfanumérico</i>	Nome completo do trecho rodoviário.	A ser preenchido	NULO
sigla	<i>Alfanumérico</i>	Indica a sigla oficial da via rodoviária	A ser preenchido	NÃO NULO
codTrechoRodov	<i>Alfanumérico</i>	Indica a jurisdição do trecho rodoviário.	Código previsto no (PNV, SER ou trechos rodoviários municipais).	NULO

Tabela 6 - Classe ciclovias

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
Ciclovias	Uma ciclovias é uma via construída especificamente para a circulação de pessoas utilizando bicicletas.		Linha	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito

geometriaAproximada	Booleano	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Boolean	NÃO NULO
administracao	Alfanumérico	Indica a esfera administrativa responsável pelo trecho rodoviário.	Desconhecida	NÃO NULO
			Federal	
			Estadual	
			Municipal	
			Particular	
			Concessionada	
			Estadual/Municipal	
revestimento	Alfanumérico	Identifica a natureza do revestimento do trecho rodoviário.	Não aplicável	NÃO NULO
			Desconhecido	
			Leito natural	
			Primário (solto)	
			Pavimentado	
operacional	Alfanumérico	Indica se o trecho rodoviário está operacional.	Calçada	NÃO NULO
			Desconhecido	
			Sim	
situacaoFisica	Alfanumérico	Identifica a situação do trecho rodoviário.	Não	NÃO NULO
			Desconhecida	
			Abandonada	
			Destruída	
			Construída	
			Em Construção	
			Planejada	
			Construída mas em obra	

Tabela 7 - Classe arruamento

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
Arruamento	Vias internas de uma área urbana, exceto aquelas classificadas como trechos rodoviários.		Linha	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
Nome	Alfanumérico	Nome completo da instância.	A ser preenchido	NULO
geometriaAproximada	Booleano	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Boolean	NÃO NULO
revestimento	Alfanumérico	Identifica a natureza do revestimento do trecho rodoviário.	Desconhecido	NÃO NULO
			Leito natural	
			Primário (solto)	
			Pavimentado	
operacional	Alfanumérico	Indica se o trecho rodoviário está	Calçada	NÃO
			Desconhecido	

		operacional.	Sim	NULO
			Não	
situacaoFisica	Alfanumérico	Identifica a situação do trecho rodoviário.	Desconhecida	NÃO NULO
			Abandonada	
			Destruída	
			Construída	
			Em Construção	
			Planejada	
			Construída mas em obra	
nrFaixas	Inteiro	Número total de “faixas de rolagem” do trecho rodoviário.	A ser preenchido	NULO
trafego	Alfanumérico	Indica o regime de trafego do trecho rodoviário.	Desconhecido	NÃO NULO
			Permanente	
			Periódico	
canteiroDivisorio	Booleano	Indica se o trecho rodoviário possui canteiro divisorio.	A ser preenchido	NÃO NULO

Tabela 8 - Classe distritos rodoviários

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
Distritos_Rodoviaros	Estruturação do Departamento de Estradas de Rodagem		Polígono	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
Distrito	Inteiro	Número do distrito rodoviário.	A ser preenchido	NÃO NULO
quantFuncionario	Inteiro	Indica a quantidade de Funcionários relacionados à unidade.	A ser preenchido	NÃO NULO
maquinario	Inteiro	Indica a quantidade de máquinas	A ser preenchido	NÃO NULO
ativDesenvolvida	Alfanumérico	Descreve de forma resumida as atividades desenvolvidas	A ser preenchido	NÃO NULO
usinaAsfaltica	Booleano	Indica se o distrito tem usina de asfalto.	Boolean	NÃO NULO
oficinaMecanica	Booleano	Indica se o distrito tem oficina mecânica.	Boolean	NÃO NULO
borracharia	Booleano	Indica se há borraria.	Boolean	NÃO NULO
refeitorio	Booleano	Indica se há refeitório no distrito.	Boolean	NÃO NULO
postoCombustivel	Booleano	Indica se há posto de combustível.	Boolean	NÃO NULO

Tabela 9 - Classe região administrativa

Classe	Descrição	Primitiva Geométrica
Regiao_Administrativa	Divisão territorial administrativa do Distrito Federal.	Polígono

Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
nome	<i>Alfanumérico</i>	Nome completo da instância.	A ser preenchido	NÃO NULO
RA_cod	<i>Inteiro</i>	Abreviatura do nome da RA seguida do numero identificador.	A ser preenchido	NÃO NULO
leiCriacao	<i>Alfanumérico</i>	Regras jurídicas que criou a RA e determinou seus limites	A ser preenchido	NÃO NULO
anoCriacao	<i>Alfanumérico</i>	Ano da criação, administrativa, da RA	A ser preenchido	NÃO NULO

Tabela 10 - Classe setor (endereço)

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
Endereço	Classe hierárquica de endereçamento.		Polígono	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
setor	<i>Alfanumérico</i>	Nome do setor.	A ser preenchido	NÃO NULO
sigla	<i>Alfanumérico</i>	Sigla padronizada do setor.	A ser preenchido	NÃO NULO

Tabela 11 - Classe quadra (endereço)

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
Quadra	Classe hierárquica de endereçamento.		Polígono	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
quadra	<i>Alfanumérico</i>	Nome da quadra.	A ser preenchido	NÃO NULO
sigla	<i>Alfanumérico</i>	Sigla padronizada da quadra.	A ser preenchido	NÃO NULO

Tabela 12 - Classe complexo de lazer

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
Complexo_Lazer	Conjunto de elementos agregados envolvendo componentes de um complexo de lazer.		Ponto	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
nome	<i>Alfanumérico</i>	Nome completo da instância.	A ser preenchido	NULO
tipo	<i>Alfanumérico</i>	Identifica tipos de turismo.	Desconhecido	NÃO NULO
			Complexo recreativo	
			Clube	
			Autódromo	
			Parque de diversoes	
			Parque urbano	
			Parque aquático	
			Parque temático	

			Zoologico Jardim Botânico Hipódromo Hipica Estande de tiro Campo de golfe Parque de eventos culturais Camping Complexo desportivo	
administracao	<i>Alfanumérico</i>	Indica a esfera administrativa responsável pela Área de Lazer.		NÃO NULO
divisaoAtivEcon	<i>Alfanumérico</i>	Indica o tipo da divisão de atividade econômica	= atividades recreativas, culturais e desportivas	NÃO NULO

Tabela 13 - Classe massa d'água

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
MassaDagua	Corpo d'água representado por polígono, tais como oceano, baías, enseadas, meandros abandonados, lagos, lagoas, e os açudes que não possuam fluxo d'água.		Polígono	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
Nome	<i>Alfanumérico</i>	Nome completo da instância.	A ser preenchido	NULO
geometriaAproximada	<i>Booleano</i>	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Boolean	NÃO NULO
tipoMassaDagua	<i>Alfanumérico</i>	Indica o tipo de massa d'água.	Desconhecido	NÃO NULO
			Oceano	
			Baia	
			Enseada	
			Meandro Abandonado	
			Lago	
			Lagoa	
			Represa/ Açude	
			Trecho massa d'água	
regime	<i>Alfanumérico</i>	Indica o regime de ocorrência, para a massa d'água.	Desconhecido	NÃO NULO
			Permanente	
			Permanente com grande variação	
			Temporário	
			Temporário com leito permanente	
			Seco	

salgada	<i>Alfanumérico</i>	Indica se a água possui salinidade igual ou superior a 30%.	Desconhecido	NÃO NULO
			Sim	
			Não	

Tabela 14 - Classe limite de área especial

Classe	Descrição		Primitiva Geométrica	
Limite_Area_Especial	Delimitação das áreas especiais		Polígono	
Atributos	Tipo	Descrição	Domínio	Requisito
Nome	<i>Alfanumérico</i>	Nome completo da instância.	A ser preenchido	NULO
geometriaAproximada	<i>Booleano</i>	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Boolean	NÃO NULO
referenciaLegal	<i>Alfanumérico</i>	Coincidência ou inserção do limite em acidente natural artificial ou determinado por coordenada que o define.	Limite de massa d'água	NÃO NULO
			Cumeada	
			Trecho de Drenagem	
			Massa d'água	
			Linha Seca	
			Costa visível da carta	
			Trecho rodoviário	
			Trecho ferroviário	
			Não identificado	
tipoLimAreaEsp	<i>Alfanumérico</i>	Indica o tipo de limite especial associado. Obs: a descrição dos tipos de domínio se restringiu aos tipos que serão utilizados no trabalho.	Área de Preservação Permanente	NÃO NULO
			Reserva Legal	
			Corredor Ecológico	
			Floresta Pública	
			Reserva da Biosfera	
			Reserva Florestal	
			Estação Ecológica	
			Área de Proteção Ambiental	
			Terra Pública	
obsSituacao	<i>Alfanumérico</i>	Caracterização da situação do traçado, em função da dificuldade na interpretação/ aplicação da lei.	A ser preenchido	NULO
extensao	<i>Real</i>	Extensão do limite, em metros.	A ser preenchido Ex: 300.000	NULO

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou uma pesquisa para a modelagem conceitual do Banco de Dados Geográficos do Mapa Rodoviário Turístico do Distrito Federal. O modelo conceitual adequou os dados geoespaciais vetoriais do órgão, conforme especificações técnicas definidas na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil.

Somando-se ao modelo, as relações de classes de objetos também definem conceitualmente as entidades e suas restrições, sendo relevantes para a estruturação dos dados, tornando o modelo mais consistente e servindo como subsídio para elaboração, futuramente, do modelo lógico.

Este trabalho evitará a realização desnecessária de trabalhos duplicados ou replicados, proporcionará o enriquecimento das informações, por estarem bem estruturadas, reduzirá erros e imprevistos quando da necessidade do uso dos dados, facilitará o atendimento a demandas urgentes e facilitará os processos a ele relacionados.

É importante destacar que este é o princípio do esforço para modelar uma estrutura mais abrangente e completa. Para essa estrutura consolidar-se, é necessário que o trabalho seja institucionalizado, envolvendo as diversas áreas do departamento, principalmente, as áreas usuárias de dados geoespaciais e também técnicos da área de tecnologia da informação, para dar suporte constante no desenvolvimento e solução de problemas futuros no sistema que será implementado.

Como recomendações para trabalhos futuros, pode-se citar que este trabalho desenvolveu a base conceitual para a implementação do banco de dados geográficos do departamento. Por meio desse modelo e das tabelas de relação de classes de objetos será possível gerar o modelo lógico relacional e implementar o BDG, que facilitará a gestão da informação geoespacial do DER-DF. Pretende-se ainda disponibilizar essas informações geográficas à sociedade brasileira, por intermédio do Sistema de Informações Territoriais e Urbanas do Distrito Federal (Siturb), atendendo assim a princípios como da transparência da informação pública.

6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. S. **Modelo Conceitual de Banco de Dados Geográficos para o Cadastro Territorial Multifinalitário do Distrito Federal**. 2012. 49 f. Trabalho de Especialização em Geoprocessamento Ambiental – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Distrito Federal.

ArcGIS help. **Working with basemap layers**. Acesso em: 28 nov. 2013.

BRASIL. **Decreto no 6.666, de 27 de novembro de 2008**. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm>. Acesso em: 07 nov. 2013.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, R.; JACOBSON, I. **UML, Guia do Usuário**. Ed. Campus, 9ª edição, 2000.

CÂMARA, G; CASANOVA, M; DAVIS, C; VINHAS, L; QUEIROZ, G. R. **Bancos de Dados Geográficos**. Curitiba, 2005. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/index.html>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

CARDOSO, V; CARDOSO, G. **Sistemas de Banco de Dados: uma abordagem introdutória e aplicada**. Ed. Saraiva, 1ª edição, 2012. 142p.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. **Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais**. Edição 2.5, 2012. 201p.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. **Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais**. Versão 2.0, 2008. 213p. Disponível em: < http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/94@EDGV_V20_10_10_2007.pdf >. Acesso em: 10 out. 2013.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. Comissão Nacional de Cartografia. Rio de Janeiro, 2010. 205 p. Disponível em: <<http://www.concar.gov.br/arquivo/PlanoDeAcaoINDE.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2013.

DAVIS, C.; CÂMARA, G. **Introdução a Ciência da Geoinformação**, cap 3. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf> >. Acesso em: 12 nov. 2013.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>

IGN/ IDE. **Infraestructura de datos espaciales - ¿Qué es una IDE?**. Instituto Geografico Nacionale, 2013. Disponível em: <<http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesIDEque.do>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

LONGLEY, P. A. et al. **Geographic information systems and science**. Inglaterra: John & Sons, 2ª edição, 2005. 537p. Disponível em <http://www.georeferencial.com.br/old/material_didatico/Geographic_Information_Systems_and_Science.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2013.

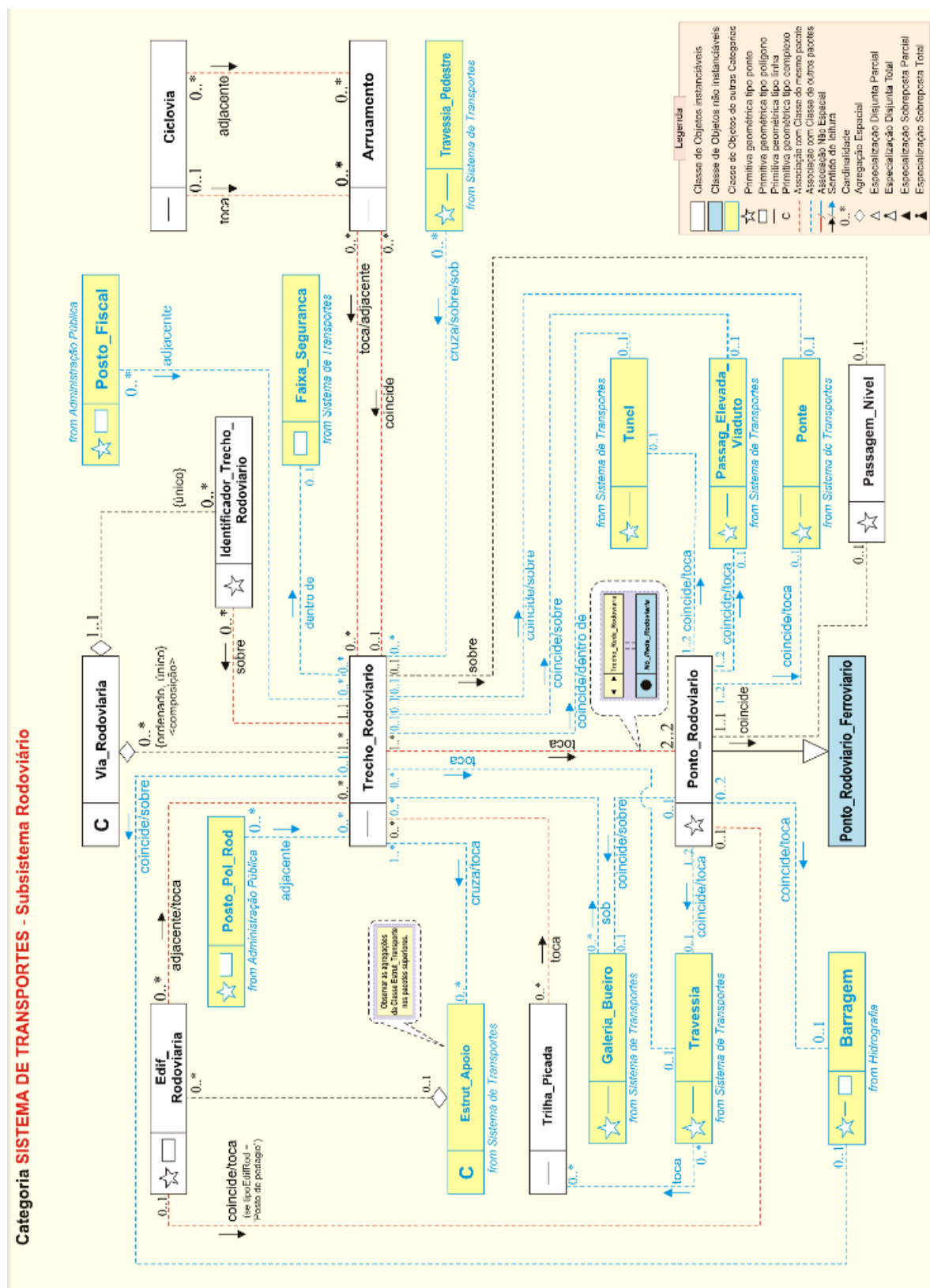
OBE, R.; HSU, L. **PostgreSQL: Up and Running**. Editora O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, CA, 2012. 164p.

OBE, R.; HSU, L. **PostGIS in Action**. Editora Manning Publications Co., Stamford, CT, 2011. 522 p.

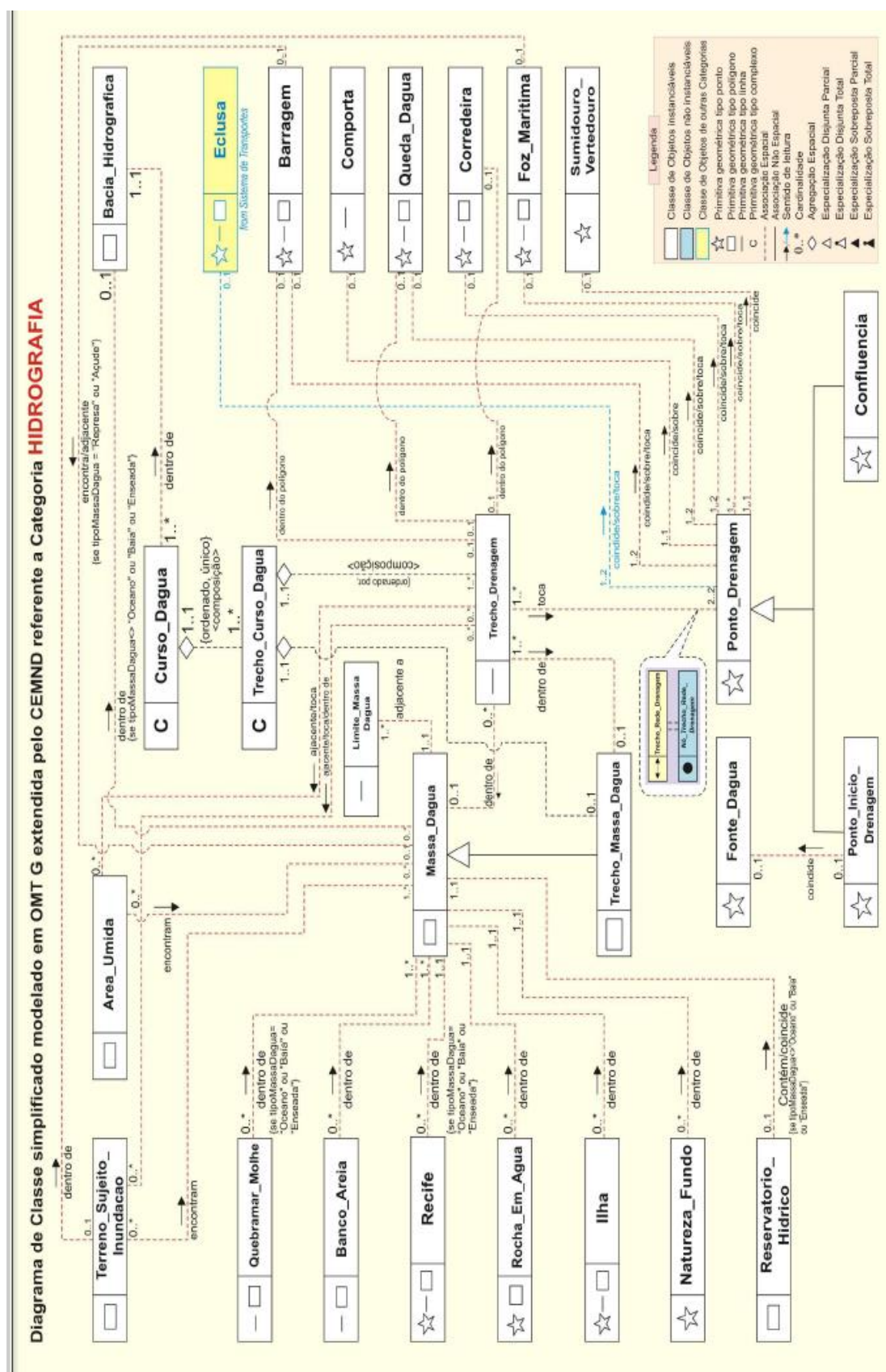
STARUML. **Welcome to StarUML!** Disponível em: < <http://staruml.sourceforge.net/en/>>. Acesso em: 18 out. 2013.

TEIXEIRA, Alexandre de Amorim. **Ottocodificação Estendida e Inteligência Hidrográfica em Banco de Dados Geográficos**. Brasília, 2012. 439f. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas) Instituto de Geociências, Universidade de Brasília – UnB, 2012.

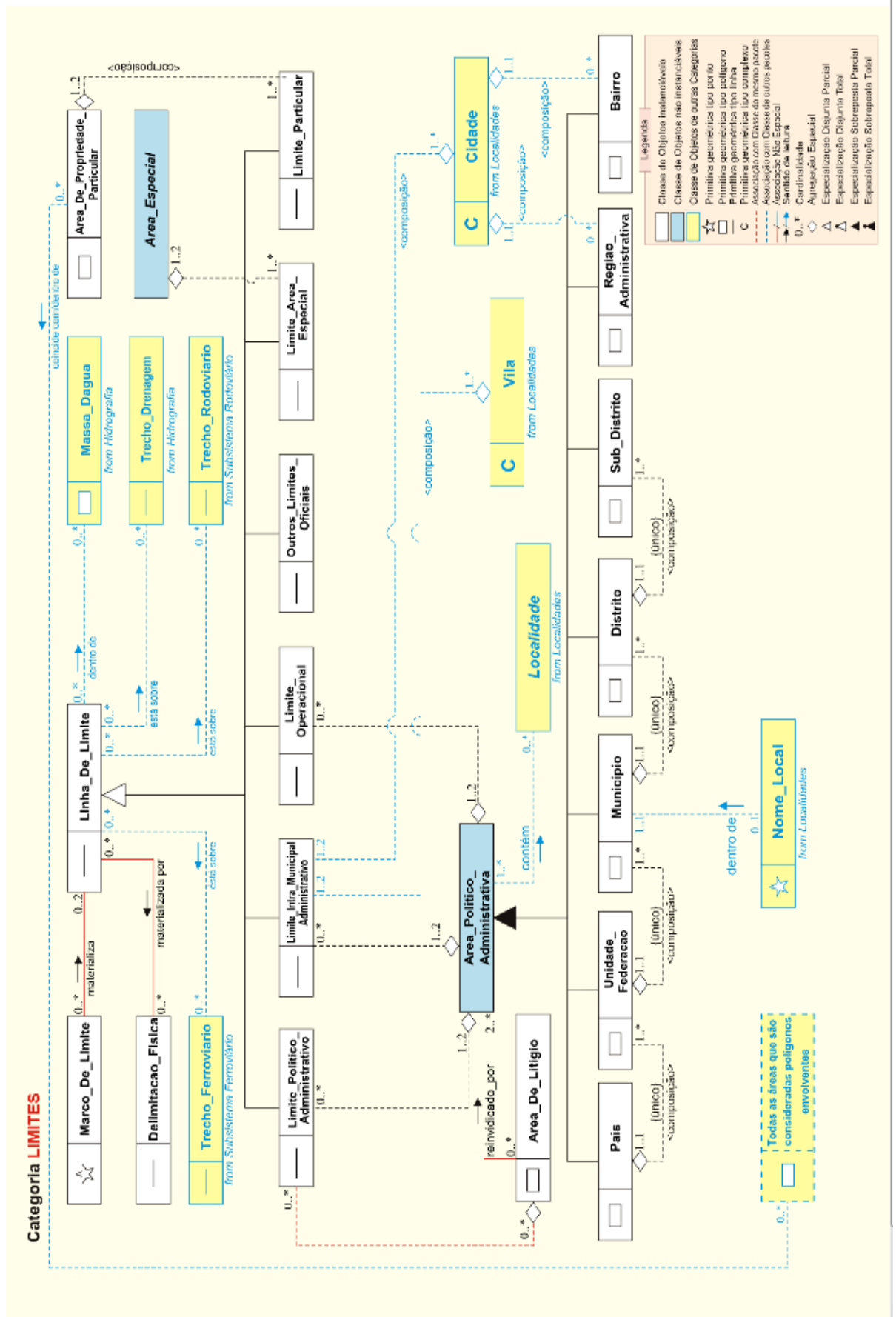
ANEXOS A – Categoria Sistema de Transporte, subsistema Rodoviário



ANEXOS B – Categoria Hidrografia



ANEXOS C – Categoria Limites



ANEXOS D – Categoria Educação e Cultura

